



DIRECTION AND POLICIES NEEDED TO SUPPORT HYBRID ELECTRIC CAR RESEARCH

ARAH DAN KEBIJAKAN YANG DIPERLUKAN DALAM MENUNJANG PENELITIAN MOBIL LISTRIK HIBRID

Ridwan Arief Subekti^{a,*}, Agus Hartanto^a, Vita Susanti^a

^a Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik - LIPI
Kompleks LIPI Jl Sangkuriang, Gd 20, Lt 2, Bandung, Jawa Barat 40135, Indonesia

Received 15 March 2012; received in revised form 28 June 2012; accepted 29 June 2012

Published online 31 July 2012

Abstract

The rising number of vehicles over the years has driven the increase of air pollution and fuel consumption. One of the solutions to overcome this problem is using hybrid electric car because it is environmentally friendly and efficient in fuel consumption. LIPI has conducted electric car research since 1997, but there were so many problems in its development that electric car can not be developed into a national industry scale. Therefore, it is important to conduct a study that maps the problems and finds the solutions to prevent the same failure of electric car commercialization process from happening to hybrid electric car. This study was done by collecting and analyzing the primary and secondary data through interviews, discussing electric hybrid car with stakeholders, and examining earlier study results and regulations. Based on this study, several policies to support sustainability research of hybrid electric car were proposed. Some recommendations were the making of national roadmap and regulation for the usage of hybrid electric car on the road. For policy makers at LIPI, a research focus, research coordination, and pre-commercialization program were recommended.

Key words: national policy, hybrid electric cars, research, air pollution, national road map.

Abstrak

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun menyebabkan peningkatan pencemaran udara dan konsumsi BBM. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan kendaraan mobil listrik hibrid karena ramah lingkungan dan hemat BBM. LIPI telah mengembangkan penelitian mobil listrik sejak tahun 1997. Akan tetapi muncul berbagai permasalahan yang menyebabkan mobil listrik tersebut tidak dapat berkembang ke skala industri nasional. Oleh karena itu dilakukan suatu kajian untuk memetakan permasalahan dan mencari solusi agar kegagalan proses komersialisasi mobil listrik tidak terulang pada mobil listrik hibrid yang saat ini penelitiannya masih berjalan. Kajian ini dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis data primer dan sekunder melalui wawancara, diskusi dengan pihak terkait, serta mempelajari hasil kajian dan peraturan yang ada. Berdasarkan kajian ini selanjutnya direkomendasikan beberapa usulan kebijakan untuk menunjang keberlanjutan penelitian mobil listrik hibrid. Beberapa rekomendasi yang diusulkan antara lain adalah perlunya dukungan pemerintah pusat melalui program nasional mobil listrik hibrid yang didukung dengan adanya road map nasional dan peraturan legalitas penggunaan mobil listrik hibrid di jalan raya, sedangkan untuk pengambil kebijakan di lingkungan LIPI, direkomendasikan adanya fokus penelitian, koordinasi penelitian dan program pra komersialisasi.

Kata kunci: kebijakan nasional, mobil listrik hibrid, penelitian, polusi udara, road map nasional.

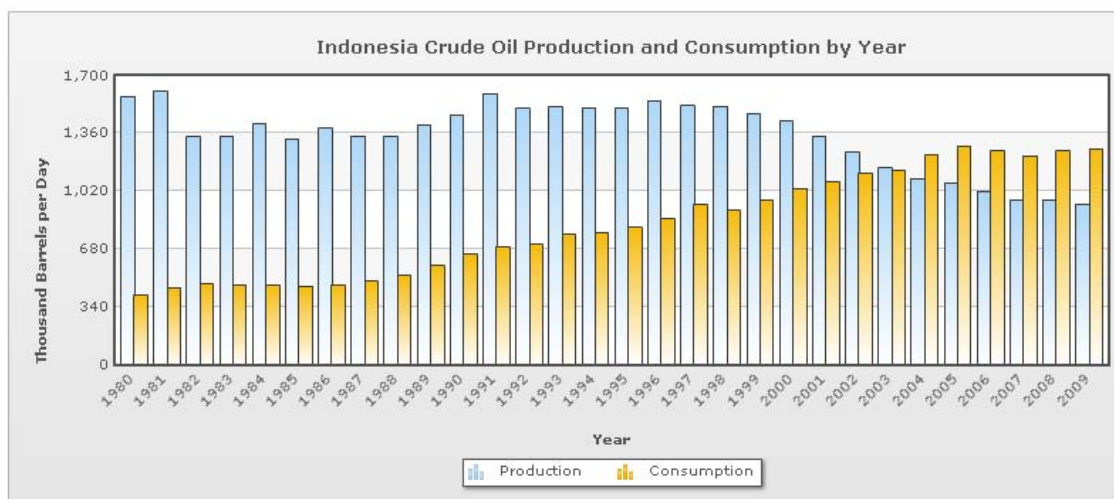
I. PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun ke tahun meningkat secara tajam. Pada tahun 2004 kendaraan bermotor yang terdiri dari mobil penumpang, bis, truk, dan sepeda motor berjumlah sekitar 30,7 juta, dan pada tahun 2009

jumlahnya mencapai 70,7 juta, sehingga dalam kurun waktu 5 tahun jumlahnya meningkat lebih dari 2 kali lipat [1]. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor tersebut mempertinggi tingkat konsumsi bahan bakar minyak (BBM) sehingga sejak tahun 2004 Indonesia harus mengimpor BBM untuk memenuhi kebutuhan BBM dalam negeri (Gambar 1) [2]. Kenaikan konsumsi BBM mengakibatkan subsidi yang

* Corresponding Author. Tel: +62-22-2503055

E-mail: ridwanarief_rais@yahoo.com



Gambar 1. Grafik produksi dan konsumsi minyak mentah Indonesia [2].

ditanggung oleh pemerintah juga meningkat. Pada APBN 2011, anggaran subsidi untuk sektor energi mencapai Rp136,6 triliun dimana sebagian besar anggaran subsidi tersebut dialokasikan untuk subsidi BBM yaitu sebesar Rp95,9 triliun dan subsidi listrik sebesar Rp40,7 triliun [3].

Dampak lain adalah polusi udara meningkat sehingga biaya kesehatan juga meningkat. Pada tahun 2002 Indonesia menanggung kerugian sekitar US\$400 juta per tahun dalam bentuk kehilangan produktifitas dan biaya kesehatan. Apabila tidak ada upaya pencegahan polusi udara ini maka pada tahun 2015 diperkirakan pengeluaran biaya kesehatan sekitar US\$450 juta [4][5].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu cara adalah dengan pemakaian kendaraan listrik hibrid karena lebih ramah lingkungan dan hemat BBM jika dibandingkan dengan kendaraan konvensional [6]. Kendaraan listrik hibrid adalah kendaraan listrik dengan tambahan generator yang berfungsi untuk mengisi baterai saat mulai melemah, sedangkan kendaraan listrik adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggerak.

Puslit Telimek LIPI telah melakukan penelitian mengenai mobil listrik sejak tahun 1997 dan pada tahun 2005, contoh produk mobil listrik hasil penelitian tersebut diserahkan kepada Presiden Republik Indonesia Susilo Bambang Yudhoyono. Tetapi dalam perkembangannya muncul berbagai permasalahan, sehingga mobil listrik tersebut tidak dapat berkembang ke skala industri nasional. Salah satu penyebab tidak berkembangnya mobil listrik tersebut adalah masalah kehandalan. Pada tahap awal penelitian mobil listrik, prototipe yang dihasilkan masih jauh dari istilah sempurna karena belum teruji kehandalannya. Hal ini terjadi karena keterbatasan waktu penelitian, peralatan

laboratorium tidak lengkap, sumber daya manusia terbatas, dana penelitian kecil serta tidak adanya koordinasi penelitian.

Pengembangan penelitian mobil listrik di Puslit Telimek LIPI berlanjut dengan adanya penelitian mobil listrik hibrid atau lebih dikenal dengan istilah mobil hibrid dimana penelitiannya dimulai sejak tahun 2005. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan mobil listrik hibrid yang telah dilakukan di Puslit Telimek LIPI antara lain adalah rancang bangun mobil hibrid, sistem transmisi, sarana uji, metode *fast charging*, sistem *display* indikator, motor DC, dinamika unit hibrid, *electronic power steering*, sistem manajemen energi, dan lainnya [7]. Banyaknya topik penelitian yang dikerjakan, sedangkan SDM dan dana penelitian yang terbatas menyebabkan teknologi yang dikuasai menjadi kurang mendalam atau sangat global sehingga penelitian mobil listrik hibrid menjadi tidak fokus. Tidak adanya koordinasi antar sub penelitian yang bernaung di bawah penelitian mobil listrik hibrid menyebabkan prototipe yang dihasilkan dari sub kegiatan tersebut tidak dapat diintegrasikan dengan prototipe mobil listrik hibrid seperti prototipe gear transmisi, sistem pengisian *fast charging*, motor DC, dan *electronic power steering*.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan suatu kajian guna mencari akar permasalahan dan solusi agar kegagalan proses komersialisasi mobil listrik tidak terulang pada penelitian mobil listrik hibrid yang sampai saat ini penelitiannya masih berjalan di Puslit Telimek LIPI. Kajian tersebut menghasilkan beberapa rekomendasi yang perlu dilakukan yaitu usulan kebijakan dan langkah-langkah strategis yang menunjang kesinambungan penelitian mobil listrik hibrid. Beberapa rekomendasi yang diusulkan antara lain adalah perlunya dukungan

pemerintah pusat melalui program nasional mobil listrik hibrid yang didukung dengan adanya *road map* nasional dan peraturan legalitas penggunaan mobil listrik hibrid di jalan raya, sedangkan untuk pengambil kebijakan di lingkungan LIPI, direkomendasikan beberapa hal yang antara lain adalah perlunya fokus penelitian, koordinasi penelitian, dan adanya program pra komersialisasi. Dengan kebijakan dan langkah strategis tersebut, diharapkan penelitian mobil listrik hibrid dapat memperoleh hasil yang lebih baik dan siap menuju tahap komersialisasi.

II. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada makalah ini adalah dengan melakukan pengumpulan dan analisis data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dan diskusi dengan para peneliti yang terlibat dalam penelitian mobil listrik hibrid, pengambil kebijakan di lingkungan LIPI dan pakar yang terkait dengan masalah otomotif. Wawancara dan diskusi dilakukan untuk mengetahui perkembangan dan permasalahan penelitian mobil listrik hibrid yang dihadapi selama ini serta masukan yang diperlukan untuk mengatasinya. Data sekunder dikumpulkan melalui studi literatur terhadap hasil kajian yang ada dan peraturan-peraturan yang berhubungan dengan legalitas penggunaan mobil listrik hibrid. Berdasarkan analisis data-data tersebut, dirumuskan suatu masukan kebijakan yang perlu dilakukan baik oleh pengambil keputusan di lingkungan LIPI maupun pemerintah untuk mendorong berkembangnya mobil listrik hibrid di Indonesia.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebijakan Pemerintah untuk Mendukung Program Nasional Mobil Listrik Hibrid

Pemerintah Indonesia kurang serius mendorong perkembangan mobil listrik hibrid di Indonesia. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya dukungan untuk menjadikan program mobil listrik hibrid menjadi program nasional. Berbeda dengan beberapa negara tetangga seperti Thailand, Malaysia, dan Singapura yang telah bekerjasama dengan beberapa perusahaan dari negara lain untuk mengembangkan mobil listrik hibrid di negaranya. Thailand yang diwakili oleh Global Electric Motors Car Asia Co., Ltd., melakukan kerjasama dengan Leo Motors, Inc., yang berbasis di Korea Selatan untuk pengembangan dan pemasaran mobil listrik di Thailand. Malaysia melakukan kerjasama dengan

Detroit Electric dari Belanda untuk mengembangkan prototipe kendaraan listrik, sedangkan Singapura membentuk “Kelompok Kerja” dan memberikan bantuan dana untuk pengembangan mobil listrik hibrid serta melakukan kerjasama dengan “Renault-Nissan and Keppel Energy”. Selain itu negara-negara seperti Amerika, Inggris, Belanda, Swiss, Italia, India, dan China juga terus mendorong berkembangnya mobil listrik hibrid di negaranya dengan memberikan bantuan dana penelitian dan subsidi bagi masyarakatnya dalam pembelian mobil listrik hibrid [8].

Dukungan pemerintah yang minim juga dapat dilihat dari anggaran penelitian yang sangat minim. Ironisnya, di saat dana pendidikan cukup tinggi yaitu mencapai 20,2% pada APBN 2011 [9], dana penelitian justru cenderung turun dari waktu ke waktu. Walaupun ekonomi Indonesia secara umum tetap tumbuh, namun anggaran riset nasional terus menurun dimana pada tahun 1990 apabila dibandingkan anggaran riset dengan *produk domestik bruto* Indonesia adalah sebesar 0,13% dan turun menjadi 0,08% pada tahun 2010. Sebaliknya dalam periode yang sama, *produk domestik bruto* telah naik 30 kali lipat atau dalam harga konstan tumbuh rata-rata 7% sebelum krisis dan sekitar 5% setelah krisis ekonomi 1997. Penurunan intensitas riset nasional disebabkan oleh beberapa faktor yang antara lain adalah investasi dana riset swasta yang rendah, jumlah terbesar industri adalah industri dengan kadar teknologi rendah dan menengah yang tidak memerlukan riset, dan perhatian pemerintah terhadap iptek yang menurun [10].

Untuk mendukung program nasional mobil listrik hibrid, selain membutuhkan dana setidaknya diperlukan dua hal mendasar yaitu adanya *road map* nasional dan peraturan legalitas penggunaan mobil listrik hibrid. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan seperti yang terdapat di bawah ini.

1) Road map nasional

Untuk mendorong berkembangnya mobil listrik hibrid di Indonesia, diperlukan adanya *road map* nasional mobil listrik hibrid yang jelas dan terarah agar dapat mensinergikan seluruh instansi terkait guna mendukung terbentuknya industri nasional mobil listrik hibrid. *Road map* nasional tersebut memerlukan dukungan dari pemerintah pusat sebagai pembuat kebijakan dan regulator, industri manufaktur sebagai pihak yang akan berkecimpung langsung dalam proses produksinya serta perguruan tinggi dan lembaga penelitian yang berperan di bidang riset dan pengembangannya. Dengan adanya *road map* nasional tentu akan menumbuhkan industri dalam

negeri khususnya industri mobil nasional beserta industri-industri pendukungnya seperti industri bahan baku, industri komponen dan peralatan serta industri-industri lainnya. Untuk mendukung *road map* tersebut, pemerintah dapat berinvestasi dalam bentuk bantuan dana penelitian seperti yang dilakukan oleh negara lain seperti Singapura, Amerika dan lainnya.

2) Legalitas mobil listrik hibrid

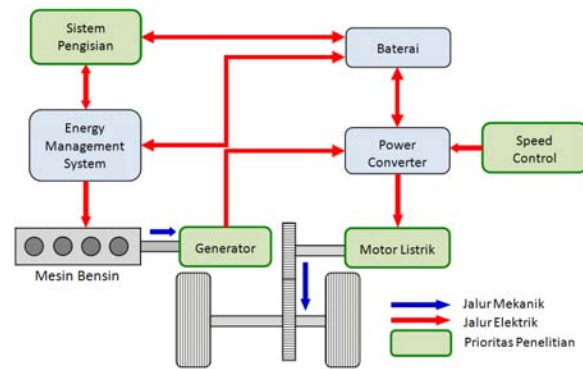
Kendaraan listrik hibrid adalah salah satu jenis kendaraan yang ramah lingkungan dan hemat energi. Akan tetapi penerapannya di Indonesia saat ini masih terkendala karena belum ada peraturan yang melegalkan penggunaan mobil listrik hibrid khususnya untuk penggunaan di jalan raya. Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 belum mengakomodir legalitas penggunaan kendaraan listrik hibrid jalan raya apalagi kendaraan listrik baik motor maupun mobil. Penggunaan kendaraan listrik hibrid di jalan raya saat ini masih mengacu peraturan pada peraturan kendaraan konvensional. Tidak adanya peraturan yang melegalkan penggunaan kendaraan listrik hibrid menyebabkan keengganan masyarakat untuk menggunakan jenis kendaraan tersebut. Oleh karena itu diharapkan adanya Peraturan Pemerintah sebagai turunan dari UU No. 22 Tahun 2009 yang mengakomodir legalitas kendaraan listrik hibrid di jalan raya. Dengan adanya Peraturan Pemerintah tersebut diharapkan dapat mendorong berkembangnya industri kendaraan listrik dan listrik hibrid dalam negeri khususnya industri motor listrik hibrid yang telah ada saat ini seperti Betrix, Fuboru, E Motto, dan lainnya.

B. Kebijakan LIPI dalam Mendukung Penelitian Mobil Listrik Hibrid

Selain perlunya dukungan pemerintah, LIPI juga perlu mengambil langkah-langkah strategis guna menunjang penelitian mobil listrik hibrid yang sedang berjalan saat ini. Untuk itu diusulkan beberapa kebijakan yang perlu dilakukan oleh LIPI antara lain adalah fokus penelitian, koordinasi penelitian dan adanya program pra komersialisasi hasil penelitian. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan sebagai berikut.

1) Fokus penelitian

Keberhasilan dari suatu penelitian terutama penelitian yang bersifat multi disiplin dan multi bidang seperti penelitian mobil listrik hibrid ini adalah dibutuhkannya fokus penelitian. Agar penelitian mobil listrik hibrid dapat berhasil sesuai rencana, perlu dilakukan fokus penelitian pada bidang-bidang prioritas saja sehingga tidak harus melakukan penelitian seluruh komponen



Gambar 2. Skema mobil listrik hibrid.

mobil listrik hibrid tersebut. Gambar 2 memperlihatkan beberapa komponen utama mobil listrik hibrid yang antara lain terdiri dari mesin bensin, generator, baterai, *power converter*, motor listrik, *speed control*, *energy management system* dan sistem pengisian.

Berdasarkan beberapa permasalahan yang ada seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, diusulkan fokus penelitian yang perlu dilakukan oleh Puslit Telimek LIPI adalah pada bagian *speed control*, generator, motor, dan sistem pengisian. Dengan fokus penelitian pada empat komponen tersebut diharapkan teknologi yang dikuasai menjadi tidak global dan lebih mendalam atau spesifik serta prototipe hasil penelitian masing-masing komponen tersebut dapat lebih baik.

Perlunya fokus penelitian mobil listrik hibrid pada empat komponen tersebut adalah karena Puslit Telimek LIPI telah memiliki pengalaman penelitian komponen itu sehingga tidak perlu melakukan penelitian dari awal lagi. Penelitian *speed control* pernah dikerjakan di Puslit Telimek LIPI, akan tetapi penelitian tersebut perlu dilanjutkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Penelitian generator dan motor juga pernah dilakukan walaupun tidak spesifik untuk mobil listrik hibrid. Dengan berbekal pengalaman penelitian yang pernah dilakukan tersebut dan untuk menunjang penelitian mobil listrik hibrid, perlu dilakukan penelitian mengenai generator dan motor dengan mengacu pada spesifikasi mobil listrik hibrid, sedangkan sistem pengisian perlu dilakukan penelitian lanjutannya agar menghasilkan sistem *fast charging* yang bentuknya lebih kecil dari yang sudah ada saat ini sehingga dapat diintegrasikan pada mobil listrik hibrid. Selain itu, untuk menunjang penelitian mobil listrik hibrid sangat diperlukan peremajaan secara berkala terhadap sarana dan prasarana yang saat ini telah dimiliki oleh Puslit Telimek LIPI. Beberapa peralatan pengujian yang belum dimiliki oleh Puslit Telimek LIPI seperti alat uji

baterai, alat uji *speed control*, dan *test bag* perlu untuk dilengkapi. Dengan fokus penelitian ini, Puslit Telimek LIPI dapat berperan lebih mendalam pada sektor penelitian dan pengembangannya saja, sedangkan untuk proses komersialisasi dapat diserahkan kepada pihak lain seperti industri manufaktur.

Selain untuk memperoleh hasil penelitian yang optimal, fokus penelitian juga dapat mengatasi masalah keterbatasan dana penelitian. Anggaran penelitian yang sangat minim akan semakin berkurang karena sistem anggaran yang berlaku saat ini hanya sekitar 40% nilai pagu yang diajukan yang secara riil dapat digunakan untuk pengadaan bahan dan peralatan sedangkan 60% dari dana penelitian dipakai untuk gaji upah, perjalanan, pajak-pajak, dan potongan-potongan lainnya.

Bila dicoba suatu pola kerjasama antara lembaga penelitian seperti LIPI dengan pihak swasta seperti industri juga akan sulit. Menurut data dari survei pada tahun 2010 yang dilakukan Pappiptek LIPI, diketahui bahwa anggaran penelitian industri manufaktur terbesar yaitu mencapai 96% digunakan oleh litbang internal perusahaan tersebut, sedangkan sisanya yaitu 4% disediakan perusahaan untuk diberikan kepada instansi lain yang melakukan kegiatan litbang untuk kepentingan perusahaan tersebut [11]. Bila dihubungkan relevansi kegiatan penelitian mobil listrik hibrid yang dilakukan oleh Puslit Telimek LIPI dengan kebutuhan dari industri manufaktur, tentu akan cukup sulit untuk mendapatkan dana penelitian dari sektor industri manufaktur karena penelitian ini tidak mendukung kepentingan industri manufaktur tersebut.

Agar tidak membebani dana penelitian yang nilainya kecil, disarankan lembaga penelitian diberikan subsidi oleh pemerintah berupa pembebasan pajak terutama untuk bahan-bahan penelitian dan peralatan sehingga hasil penelitian dapat semakin optimal. Keterbatasan dana penelitian selama ini menyebabkan hasil penelitian menjadi kurang optimal. Skema *block grant* dapat diterapkan dimana dana diberikan secara utuh dan tidak dikenakan pemotongan pajak.

Mengingat pentingnya fokus kegiatan, direkomendasikan agar LIPI dapat mengambil suatu kebijakan untuk memfokuskan kegiatan penelitian mobil listrik hibrid pada empat komponen seperti yang telah diuraikan di atas yaitu *speed control*, generator, motor, dan sistem pengisian. Dengan fokus kegiatan penelitian yang telah ditentukan secara matang sesuai dengan kompetensi yang dimiliki oleh Puslit Telimek LIPI diharapkan dapat mengatasi masalah yang

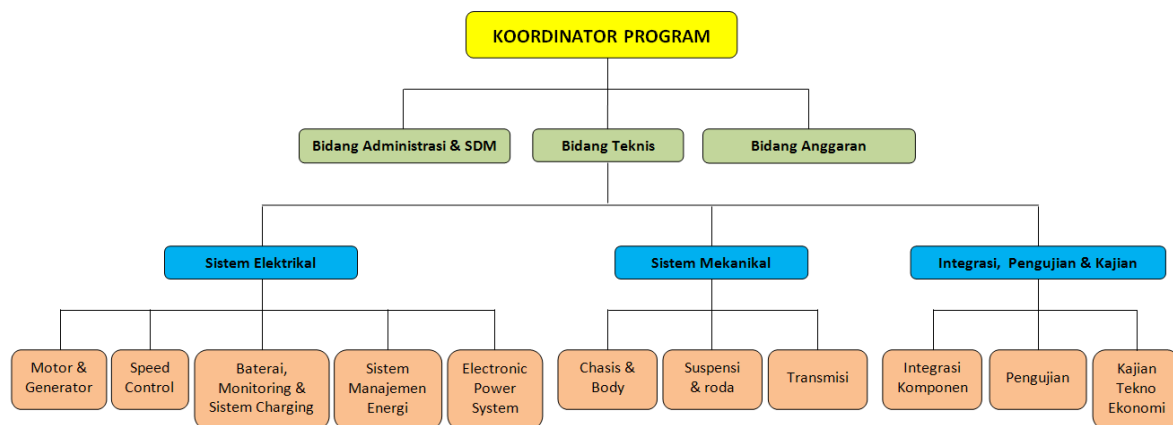
dihadapi terutama masalah keterbatasan waktu, sumber daya manusia dan dana penelitian sehingga hasil penelitian mobil listrik hibrid menjadi lebih optimal.

2) Koordinasi penelitian

Selama ini kurang adanya koordinasi pada penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penelitian mobil listrik hibrid menyebabkan prototipe hasil penelitian tersebut tidak dapat diintegrasikan menjadi satu kesatuan pada prototipe mobil listrik hibrid. Mobil listrik hibrid terdiri dari beberapa komponen yang saling berhubungan dan terintegrasi menjadi satu kesatuan. Untuk itu dalam mendesain setiap bagian harus mempunyai spesifikasi yang telah ditentukan dari awal sehingga bagian yang lain dapat disesuaikan agar dapat digunakan dengan baik secara sistem. Saat ini masing-masing bagian bekerja sendiri dengan spesifikasi yang tidak sesuai dengan kebutuhan mobil listrik hibrid sehingga setelah menjadi prototipe tidak dapat diintegrasikan. Contoh kasus komponen gear transmisi, sistem pengisian *fast charging*, motor DC, dan *electronic power steering* karena spesifikasinya tidak sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan oleh mobil listrik hibrid, maka komponen tersebut tidak bisa diintegrasikan sehingga saat ini beberapa komponen masih menggunakan komponen yang ada di pasaran.

Untuk itu diperlukan adanya koordinator program yang mengkoordinir bidang-bidang penelitian pada penelitian mobil listrik hibrid, baik penelitian yang dilakukan oleh Puslit Telimek maupun di luar Puslit Telimek. Gambar 3 merupakan suatu contoh koordinasi penelitian yang diharapkan hasilnya dapat menuju satu tujuan yang konvergen.

Pada Gambar 3, Koordinator Program dapat dibantu oleh tiga Sub Koordinator seperti: (1) Sub Koordinator Bidang Administrasi dan SDM yang bertugas mengkoordinir distribusi SDM penelitian, aturan kerjasama antar Satuan Kerja, dan mengatur sarana dan prasarana yang ada; (2) Sub Koordinator Bidang Anggaran yang bertugas mengkoordinir anggaran penelitian; serta (3) Sub Koordinator Bidang Penelitian Teknis yang bertugas mengkoordinir sub-sub kegiatan penelitian di bawahnya. Untuk mencapai hasil penelitian yang maksimal, diperlukan juga sinergi penelitian yang ada di bidang lain untuk dapat mendukung penelitian mobil listrik hibrid sehingga terkoordinasi dalam satu program. Pada Rencana Strategis Implementatif Puslit Telimek LIPI tahun 2010-2014 sebenarnya telah tersusun sub-sub kegiatan yang bernaung di bawah kegiatan penelitian Transportasi Ramah Lingkungan dengan Konsep Mobil Listrik dan



Gambar 3. Bagan koordinasi penelitian mobil listrik hybrid.

Hibrid. Renstra Implementatif ini disusun berdasarkan pada RPJMN II, Renstra LIPI tahun 2010-2014, dan Renstra Koordinatif Kedeputan Ilmu Pengetahuan Teknik [12]. Untuk menunjang penelitian mobil listrik hybrid seperti pada Renstra tersebut, disarankan sistem koordinasi kegiatan seperti yang disajikan pada Gambar 3 dapat diterapkan sehingga terjalin koordinasi yang sinergi pada tiap sub kegiatan.

3) Program pra komersialisasi hasil penelitian

Proses komersialisasi suatu hasil penelitian sebenarnya harus melewati tahapan yang relatif panjang mulai dari pemunculan gagasan, penyaringan gagasan, pengembangan dan pengujian konsep, pengembangan strategi pemasaran, analisis bisnis, pengembangan produk, pengujian pasar, dan komersialisasi [13]. Akan tetapi secara ringkas model ideal pengembangan mobil listrik hybrid mulai dari tahap penelitian sampai komersialisasi ditampilkan pada Gambar 4.

Pada Gambar 4, tahap awal yaitu tahap riset dan pengembangan, LIPI dapat berperan seluruhnya baik SDM maupun pendanaan. Tahap selanjutnya yaitu *pilot project* atau tahap pra komersialisasi dimana pada tahap ini LIPI dapat bekerja sama dengan pihak swasta dalam hal pendanaan, sedangkan pada tahap komersialisasi dan layanan purna jual, seluruhnya ditangani oleh pihak swasta dengan dukungan LIPI sebagai tenaga ahlinya. Untuk menuju tahap komersialisasi hasil penelitian mobil listrik hybrid, diperlukan suatu program inkubasi atau pra komersialisasi dalam bentuk *pilot project* yang ditujukan untuk meningkatkan nilai produk/prototipe hasil penelitian agar teruji kehandalannya. Dari dana inkubasi tersebut, dapat dibuat beberapa contoh produk yang dapat dimanfaatkan langsung oleh pemakai sebagai uji coba sehingga dapat diketahui kekurangan atau kelemahannya untuk selanjutnya dilakukan perbaikan. Pada tahap awal, contoh produk mobil

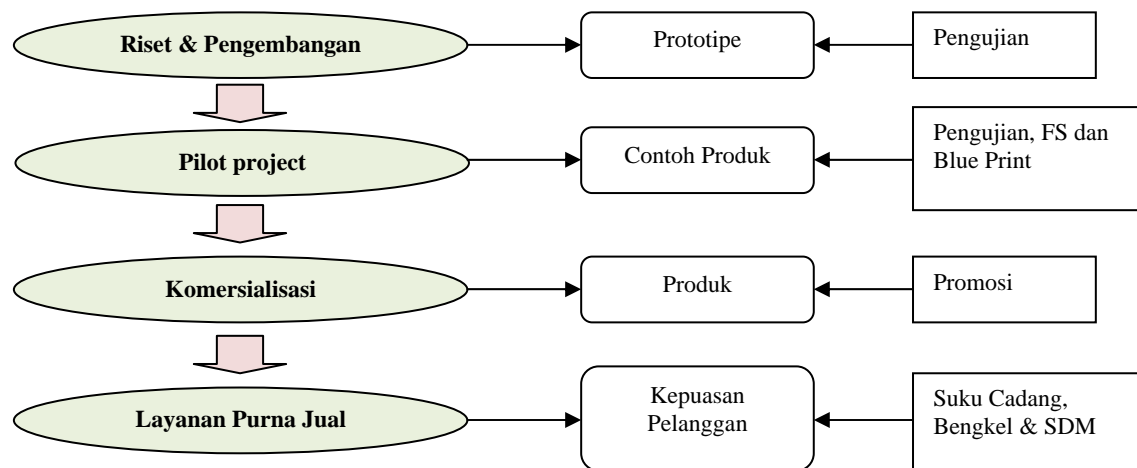
listrik hybrid yang telah dibuat dapat digunakan oleh instansi-instansi pemerintah sebagai kendaraan operasionalnya. Apabila secara teknis telah teruji kehandalannya, kemudian mengundang investor untuk masuk pada tahap komersialisasi. Dalam kasus mobil listrik buatan Puslit Telimek LIPI, program inkubasi ini tidak ada sehingga dari prototipe hasil penelitian langsung masuk ke tahap komersialisasi padahal produknya belum teruji secara baik.

Pada tahap *pilot project* atau pra komersialisasi, selain pengujian juga harus dilakukan studi kelayakan atau *feasibility study*. Studi kelayakan bertujuan untuk menilai kelayakan implementasi sebuah bisnis sehingga dapat menjadi dasar yang kuat untuk mencegah hal-hal dapat merugikan di kemudian hari. Pada kasus mobil listrik, karena terbatasnya dana penelitian menyebabkan belum dilakukannya studi kelayakan secara spesifik sehingga semuanya berjalan secara sederhana.

Tahap selanjutnya setelah program inkubasi adalah komersialisasi yang contoh produknya sudah teruji kehandalannya serta dilengkapi dengan studi kelayakan dan cetak biru yang lengkap. Adanya studi kelayakan dan cetak biru dapat memberikan keyakinan lebih kepada calon investor untuk berinvestasi memproduksi mobil listrik hybrid tersebut. Selain itu, untuk menunjang produk mobil listrik hybrid yang telah dipasarkan kepada masyarakat umum, diperlukan juga layanan purna jual yang didukung oleh ketersediaan suku cadang, jaringan bengkel yang memadai, dan tenaga teknisi yang terlatih. Hal tersebut perlu dipersiapkan guna tercapainya kepuasan pelanggan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian mobil listrik yang dilakukan oleh Puslit Telimek LIPI telah masuk sampai ke tahap komersialisasi. Akan tetapi dalam perkembangannya terdapat beberapa masalah



Gambar 4. Proses komersialisasi hasil penelitian.

yang menyebabkan tidak berkembangnya produksi mobil listrik tersebut. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya dukungan pemerintah, keterbatasan peralatan laboratorium pengujian, SDM yang terbatas, dana penelitian yang kecil dan tidak adanya koordinasi penelitian sehingga hasil penelitian belum benar-benar terbukti secara teknologi. Dukungan yang dibutuhkan dari pemerintah saat ini untuk mendorong berkembangnya mobil listrik hibrid di Indonesia adalah adanya program penggunaan mobil listrik hibrid di dalam negeri. Untuk menunjang program tersebut diusulkan adanya *road map* nasional sehingga dapat terbentuk industri nasional mobil listrik hibrid. Selain itu, diperlukan juga legalitas penggunaan mobil listrik hibrid khususnya pemakaian di jalan raya melalui Peraturan Pemerintah.

Untuk intern LIPI, agar penelitian mobil listrik hibrid seperti yang terdapat dalam Rencana Strategis Implementatif Puslit Telimek LIPI tahun 2010-2014 tidak mengalami hal yang sama seperti penelitian mobil listrik, maka diusulkan suatu kebijakan untuk mempercepat penguasaan teknologi sehingga penelitian mobil listrik hibrid dapat berlanjut sampai tahap komersialisasi. Beberapa kebijakan yang diusulkan antara lain adalah perlunya fokus penelitian, koordinasi penelitian dan adanya program pra komersialisasi atau *pilot project* berupa program inkubasi yang dilengkapi dengan studi kelayakan dan cetak biru agar hasil penelitian mobil listrik hibrid benar-benar matang dan siap ke tahap komersialisasi dimana pada tahap komersialisasi ini LIPI dapat kerjasama dengan pihak swasta. Selain itu, untuk menunjang penelitian mobil listrik hibrid diperlukan juga peremajaan secara berkala peralatan yang telah dimiliki serta melengkapi peralatan pengujian yang belum dimiliki seperti alat uji baterai, alat uji *speed control*, dan *test bag*.

REFERENSI

- [1] BPS. (2009) Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2009. [Online]. Available: http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabe1=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=12, Diakses 23 November 2011.
- [2] Index Mundi. (2011) Indonesia Crude Oil Production and Consumption by Year. [Online]. Available: <http://www.indexmundi.com/energy.aspx?country=id&product=oil&graph=production+consumption>, Diakses 27 Januari 2012.
- [3] Sekretariat Jenderal Kementerian Keuangan, "Media Keuangan," APBN 2011 Sebuah Momentum Menuju Akselerasi, vol. 5, no. 39, p. 2, November 2010.
- [4] S. Syahril, B.P. Resosudarmo, H.S. Tomo. (2002, September) Study on Air Quality in Jakarta, Indonesia - Future Trends, Health Impacts, Economic Value and Policy Options, Indonesia. [Online]. Available: http://www.adb.org/documents/studies/Air_Quality_INO/air_quality.pdf, Diakses 14 Desember 2011.
- [5] A. Safrudin, R. Noviantara, "Fuel Gases for Transport - Options to Reduce Vehicular Emissions in Indonesia," Jakarta, 2011.
- [6] A. Bandivadekar et al. (2008, July) ON THE ROAD IN 2035 - Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions. [Online]. Available: http://web.mit.edu/sloan-auto-lab/research/beforeh2/otr2035/On%20the%20Road%20in%202035_MIT_July%202008.pdf, Diakses 14 Desember 2011.
- [7] Puslit Telimek LIPI, "Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah Puslit Telimek," Puslit Telimek LIPI, Bandung, Laporan Tahunan 2000-2010.

-
- [8] M. Kasim, et al., "*Kebijakan Nasional Mobil Listrik Hibrid*," Agus Hartanto, Ed. Bandung, Indonesia: LIPI Press, 2010.
- [9] Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. (2010, November) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2010 Tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2011. [Online]. Available: <http://www.anggaran.depkeu.go.id/peraturan/UU%2010%20-%202010%20-%20APBN%202011.pdf>, Diakses 27 Januari 2012.
- [10] E. Aminullah, "Dinamika Dana Riset Nasional dan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Jangka Panjang," pada *Seminar Pappiptek*, Jakarta, 2011, pp. 6-14.
- [11] N.G. Simamora, "Mengungkap Fakta R&D Indonesia," pada *Seminar Pappiptek*, Jakarta, 2011, pp. 15-35.
- [12] Puslit Telimek LIPI, "*Rencana Strategis Implementatif 2010-2014*," Tinton Dwi Atmaja, Ed. Bandung, Indonesia: Puslit Telimek LIPI, 2010.
- [13] P. Kotler, K.L. Kelle, "*Marketing Management*," 12th ed. New York, US: Prentice Hall, 2006.